

Desarrollo del vástago vegetativo en *Coffea arabica* L. cv. bourbon Choussy. II Cambios plastocrónicos en vástagos plagiotrópicos (ramas)*

por

Luis A. Fournier O.**

(Recibido para su publicación el 10 de Noviembre de 1964)

El período de tiempo comprendido entre la iniciación de dos primordios foliares (o dos pares, si las hojas son opuestas como en el café) se designa con el término "plastocrón" (1). Y los cambios que sufre el ápice del vástago en su morfología durante el transcurso de un plastocrón se acostumbra llamarlos cambios plastocrónicos (6). El término "índice plastocrónico" ha sido propuesto por ERICKSON y MICHELINI (5) como una expresión, más exacta que la edad cronológica, del estado de desarrollo de un vástago vegetativo en crecimiento. Sin embargo, este índice se ha determinado hasta el momento en muy pocas plantas.

Otros términos muy usados en la literatura para designar los cambios periódicos en el tamaño del ápice del vástago durante un plastocrón, son "área mínima" y "área máxima" (17, 12).

También se han observado cambios plastocrónicos en la organización citohistológica, en la distribución de la actividad mitótica y en la actividad biosintética del ápice (2, 3, 9, 11).

VAROSSIEAU (14) encontró que en condiciones de invernadero la duración de un plastocrón en *Coffea arabica* L. se puede dividir, en término de los cambios morfológicos externos, en dos períodos. En el primer período las hojas

* Este trabajo es parte de una tesis presentada ante la División Graduada de la Universidad de California como requisito parcial para la obtención del grado de "Doctor of Philosophy" en Botánica.

** Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Letras, Universidad de Costa Rica.

emergen de entre las estípulas y crecen hasta separarse en más de la mitad de su longitud; en el segundo período, que el autor designó "de letargo", el par de hojas más jóvenes permanece cubierto por las estípulas del par de hojas que se habían separado recientemente.

Este mismo autor encontró que en *Coffea arabica* L. (plántulas de aproximadamente 6 meses de edad) se producen de 7 a 8 pares de hojas en el período de tiempo que va de mediados de febrero a mediados de agosto. Cada uno de estos plastocrones duró en promedio 24 días. Pero de mediados de agosto a mediados de febrero, sólo se produjeron dos pares de hojas, con un promedio de 72 días para cada plastocrón.

A pesar de estas variaciones en cuanto al número de hojas producidas en las diferentes épocas del año, los cambios anatómicos que ocurren en el ápice del vástago vegetativo de café no se afectan mucho; únicamente la duración de estos eventos es afectada.

En el presente trabajo se describen los cambios plastocrónicos que ocurren en el ápice de los vástagos plagiotrópicos (ramas) de *Coffea arabica* L. cv. *bourbón* Choussy. Se espera completar en el futuro estas observaciones con la determinación del índice plastocrónico.

MATERIALES Y METODOS

Las yemas de café utilizadas en la presente investigación fueron recolectadas en Villa Colón, Costa Rica, en las siguientes épocas: octubre de 1962, noviembre de 1962 y marzo de 1963. El material se fijó en FAA; posteriormente, las yemas se lavaron con alcohol etílico de 50 % durante dos horas, se deshidrataron en una serie de alcohol butílico terciario y se infiltraron con "Tissuemat" (parafina de 55° de punto de fusión). Las yemas se seccionaron luego en cortes de 8-10 μ de espesor con un micrótopo rotativo, y los cortes se tiñeron con hematoxilina-safranina-verde rápido, hematoxilina-safranina y el método de la pironina Y descrito por TEPPER y GIFFORD (13).

OBSERVACIONES

El ápice de una rama de café poco después del estado de área mínima mide aproximadamente 157.5 μ (Fig. 1). Como sucede en el ápice de las plántulas jóvenes (8), los nucléolos más grandes se encuentran en las células centrales de la segunda capa de la túnica. El corpus y el meristema medular son relativamente pequeños, y como la túnica, ambos se tiñen uniformemente.

El ápice que se muestra en la figura 2 presenta cambios substanciales (comparado con el estado anterior), no sólo en el número de células sino también en ancho (202.5 μ). La intensidad de coloración (pironina Y) es bastante uniforme a través de todo el ápice, pero sin embargo existe una zona en forma de copa en la región central, que incluye parte de la túnica y el corpus, que presenta algunas diferencias con respecto al resto del ápice. El tamaño de las células, y hasta cierto punto el menor número de divisiones celulares recientes parecen ser las

causas principales de esta pequeña diferencia en cuanto a la apariencia del ápice. Como se observó en el estado anterior (Fig. 1), los nucléolos más grandes ocurren en las células centrales de la segunda capa de la túnica. En el flanco izquierdo del ápice se puede observar una reciente división celular en sentido periclinal (Fig. 2, flecha); esto es indicación del inicio de un nuevo par de hojas. Cerca de esta zona, parte inferior de la ilustración, se pueden observar algunas células de forma alargada que sugieren el inicio de la diferenciación del procambium (p). En la punta de rama¹ ilustrada en la figura 9, las dos hojas más viejas (L_3) se encuentran aún en contacto a lo largo de la parte superior de sus superficies adaxiales, pero estas hojas no están presentes en la figura 10, porque como estaban ya separadas cuando se fijó el material, fueron cercenadas.

El ápice de rama que se muestra en la figura 7 (seccionado en un plano perpendicular al de la figura 2) mide aproximadamente 166.5μ de ancho. Tanto la morfología general de la punta de la rama (Fig. 15) como el tamaño de los primordios de las hojas y de las estípulas indican que esta rama se encuentra en un estado plastocrónico localizado entre los dos anteriores (Figs. 1-2 y 9-10), pero más cercano al último estado. Las hojas más viejas (L_3) han emergido ya de entre las estípulas del par anterior de hojas (S_4) y comienzan a separarse una de la otra a lo largo de su superficie adaxial.

Estas observaciones no favorecen la idea de VAROSSIEAU (14) que considera que cada par de hojas emerge de entre las estípulas del par anterior, después de un período de letargo. En esta investigación se ha observado que tanto los primordios foliares, como los estipulares se encuentran en actividad cuando esto sucede, bajo la protección de las estípulas más viejas.

Como ocurre en el ápice que se muestra en la figura 2, el de la figura 7 muestra una zona central en forma de copa que incluye las células centrales de la túnica y las células iniciales del corpus.

El ápice de rama de la figura 3 (229.5μ de ancho) difiere poco del descrito en el estado anterior (Fig. 2); la iniciación de los primordios foliares continúa su curso y los cordones de procambium (p) se presentan ahora más diferenciados. La zona central en forma de copa que se observó en los estados anteriores es ahora menos conspicua, ya que el tamaño de las células de la región central del ápice no es muy diferente que el de las otras células de este meristema.

El estado plastocrónico del ápice de rama que se muestra en la figura 8 (seccionado en el mismo plano de la figura 7, 22.8μ de ancho) es un poco más avanzado que el estado representado en la figura 3.

En la figura 4 se observa un ápice de rama cuya superficie (369μ de ancho) tiene la forma de una cúpula aplastada. A ambos lados del ápice se presentan ahora los esbozos foliares bien desarrollados y provistos de sus respectivos cordones procambiales. La intensidad de la tinción (hematoxilina-sa-

¹ Se entiende por la punta de la rama o del vástago, el ápice, los tejidos adyacentes inmediatos y dos o tres pares adicionales de hojas y estípulas.

franina) es muy uniforme, y los nucléolos no presentan notables diferencias en tamaño. Este estado plastocrónico (según el criterio utilizado por GIFFORD y TEPPER, 10) corresponde al área máxima del ápice, ya que es muy difícil separar los esbozos foliares del ápice propiamente dicho.

Los ápices ilustrados en las figuras 5 y 6 y las puntas de rama de las figuras 13 y 14 se encuentran en el estado de área mínima; en ambos casos la superficie aplanada del ápice mide aproximadamente 126 μ . La intensidad de tinción (pironina Y en la Fig. 5 y hematoxilina-safranina en la Fig. 6) es uniforme y todas las regiones del ápice (túnica, corpus y meristema medular) son muy reducidas en tamaño.

En el gráfico 1 se muestra la fluctuación en anchura del ápice del vástago plagiotrópico (rama) durante el transcurso de un plastocrón. La curva ha sido planteada con el número de células de la capa superior de la túnica en diferentes estados plastocrónicos; el orden de los estados es el mismo seguido en la anterior descripción (Figs. 1-8). El estado número 6 corresponde al área máxima y los estados 7 y 8 al área mínima. En las figuras 9-16 se pueden observar los cambios morfológicos del resto de la punta de rama durante estos cambios en las dimensiones del ápice.

DISCUSION

El ápice del vástago vegetativo de *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy, tanto en plántulas como en plantas adultas, consiste de una túnica compuesta de dos capas de células, un corpus y el meristema medular (8).

DEDECCA (4) observó que en *Coffea arabica* L. var *typica* Cramer la túnica consiste corrientemente de dos capas de células; sin embargo, encontró algunos ápices con una túnica formada de tres capas de células.

En esta investigación se ha encontrado que en el cultivar *bourbon* la capa superior del corpus llega a ser estratificada en ciertos estados plastocrónicos, lo que sugiere que esta capa de células es parte de la túnica. Pero si se observan diversos estados plastocrónicos se verá que en esta capa también ocurren divisiones celulares en forma periclinal, hecho que la excluye de la túnica.

DEDECCA (4) indica que en *typica* el ápice del vástago fluctúa en ancho de 220 μ a 360 μ . Su medida mayor es muy similar a la encontrada para el área máxima en *bourbon* (369 μ) en este estudio, pero su medida mínima es bastante diferente que el área mínima de este último cultivar (126 μ). Esta diferencia se puede deber a la variedad, al tamaño de la muestra, o bien a condiciones ambientales.

El que se haya utilizado en esta discusión el concepto de túnica-corpus no significa que el autor considere que dicho concepto tenga mucho valor desde el punto de vista citohistológico. Este concepto es únicamente una manera fácil de describir la topografía del ápice en ciertos estados plastocrónicos. Se ha demostrado claramente que en plántulas jóvenes de café las células centrales de la túnica y las células iniciales del corpus tienen muchas características en

común al inicio de los órganos foliares (8). Lo mismo sucede con las células periféricas de estas dos regiones ya que estas constituyen la zona de iniciación foliar.

El ápice del vástago vegetativo se puede considerar como un centro de organización morfológica, cuyas regiones topográficas (túnica y corpus) presentan diferencias citohistológicas e histoquímicas en ciertos estados plastocrónicos y ontogenéticos. Las posibles causas de esta diferencia fueron discutidas en un artículo anterior (8).

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su más profundo agradecimiento al Dr. Ernest M. Gifford Jr., director del Departamento de Botánica de la Universidad de California en Davis, por su valiosa ayuda durante la realización de este trabajo.

RESUMEN

En la presente investigación se describen los cambios plastocrónicos en el ápice y en la punta del vástago plagiotrópico (rama) de *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy. También se presenta una curva de la fluctuación del número de células en la capa superior del ápice durante un plastocrón.

La utilidad y las limitaciones del concepto de túnica-corporis son consideradas en la discusión.

SUMMARY

The present paper describes the plastochronic changes in the apex and the tip of plagiotropic shoots (branches) of *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy. A curve is displayed which shows the fluctuation in the number of cells of the uppermost layer of the tunica during one plastochron.

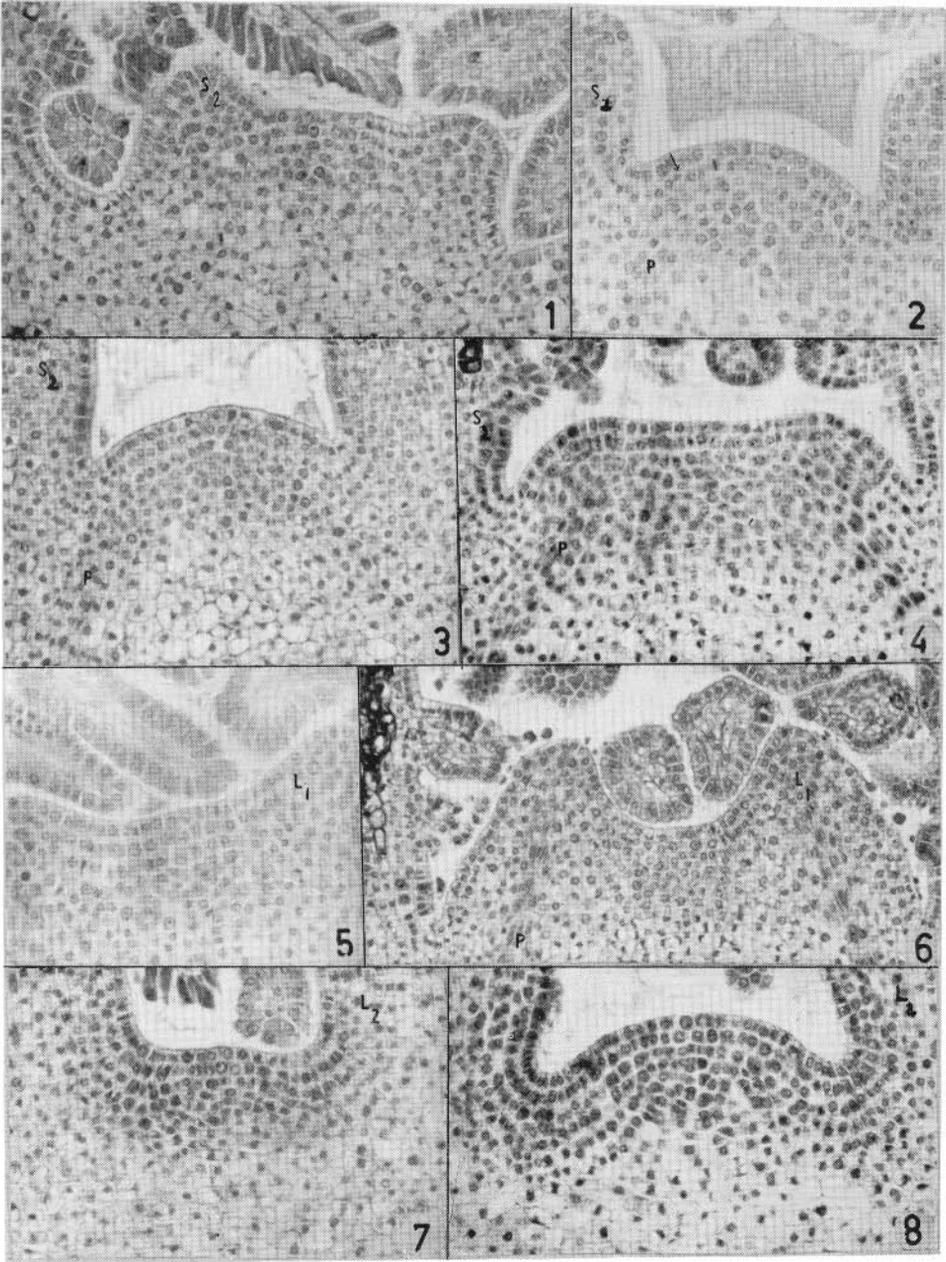
The usefulness and limitations of the tunica-corporis concept are discussed.

REFERENCIAS

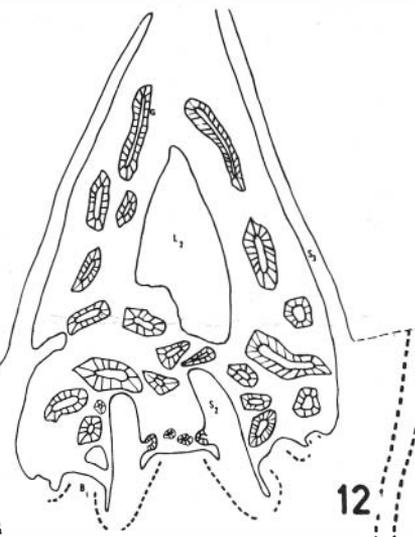
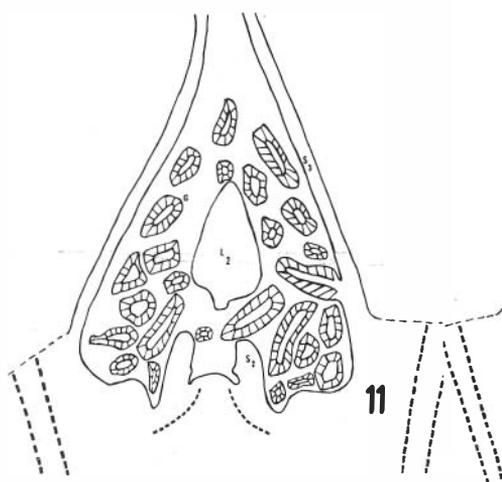
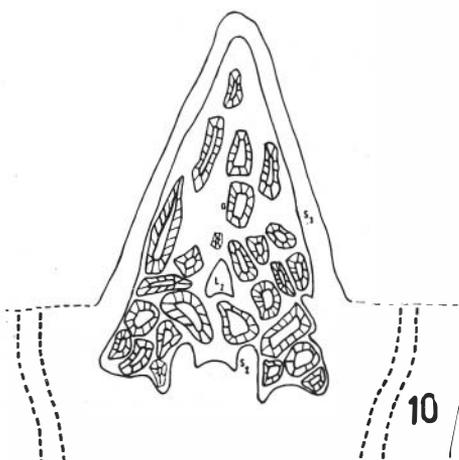
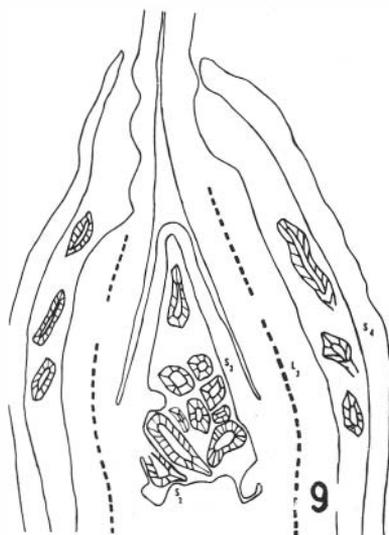
1. ASKENASY, E.
1880. Ueber eine neue Methode, um die Vertheilung de Wachstumsintensität in wachsenden Pflanzentheilung zu bestimmen. *Verhandl. Naturk.-medic. Ver. Heidelberg*, 2: 70-153.
2. BUVAT, R.
1953. L'apex de *Triticum vulgare*; modalités de reprises des mitoses lors de la germination et du fonctionnement végétatif. *Compt. Rend. Acad. Sci., Paris*, 236: 1989-1991.
3. CATESSON, A. M.
1953. Structure évolution et fonctionnement du point végétatif d' une monocotylédone: *Luzula pedemontana*. *Ann. Sci. Nat. Bot., IIe Sér.*, 14: 253-291.

4. DEDECCA, D. M.
1957. Anatomía e desenvolvimento ontogénético de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer. *Bragantia*, 16: 315-366.
5. ERICKSON, R. O., & F. J. MICHELINI
1957. Plastochron index. *Am. J. Bot.*, 44: 297-305.
6. ESAU, K.
1953. *Plant Anatomy*, John Wiley and Sons Co., 735 pp.
7. ESAU, K.
1954. Primary vascular differentiation in plants. *Biol. Rev.*, 29: 46-86.
8. FOURNIER, L. A.
1964. Desarrollo del vástago vegetativo en *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy: I Ontogenia del ápice de la plántula. *Rev. Biol. Trop.*, 12 (2): 237-255.
9. GIFFORD, E. M., JR.
1950. The structure and development of the shoot apex in certain woody Ranales. *Am. J. Bot.*, 37: 595-611.
10. GIFFORD, E. M. JR., & B. H. TEPPER
1962. Ontogenetical and histochemical changes in the vegetative shoot tip of *Chenopodium album*. *Am. J. Bot.*, 49: 902-911.
11. LANCE, A.
1952. Sur la structure et fonctionnement du point végétatif de *Vicia faba*. *Ann. Sci. Nat. Bot. 11e Sér.*, 13: 301-339.
12. SCHMIDT, A.
1924. Histologische Studien an Phanerogamen Vegetationspunkten. *Bot. Arch.*, 8: 345-404.
13. TEPPER, H. B., & E. M. GIFFORD JR.
1962. Detection of ribonucleic acid with Pyronin. *Stain Techn.*, 37: 52-53.
14. VAROSSIEAU, W. W.
1940. *On the development of the stem and the formation of leaves in Coffea species*. Tesis. Leiden, Brill, Holanda, 88 pp.

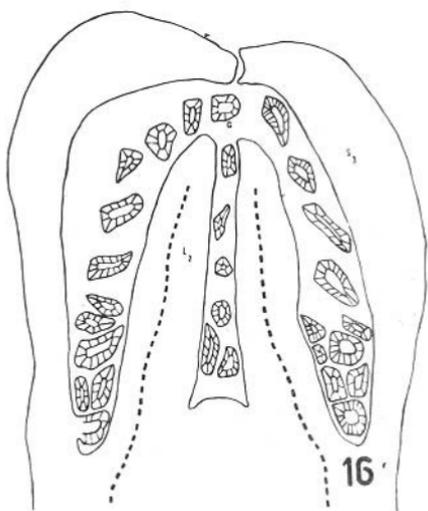
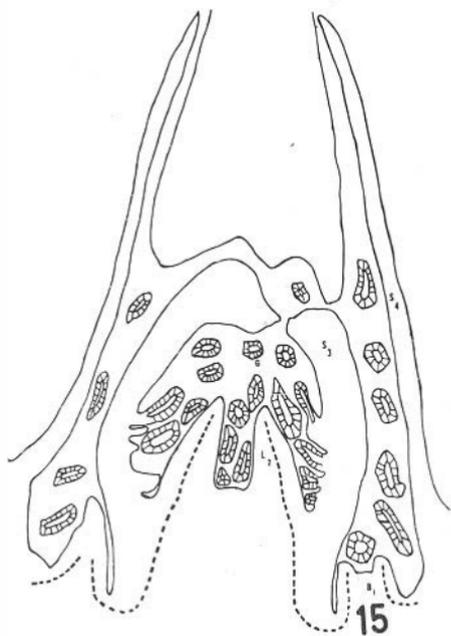
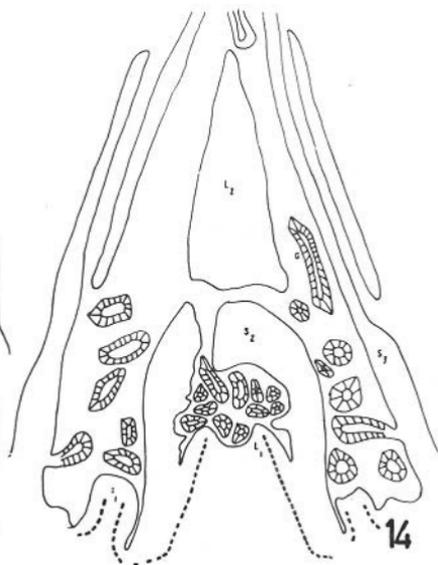
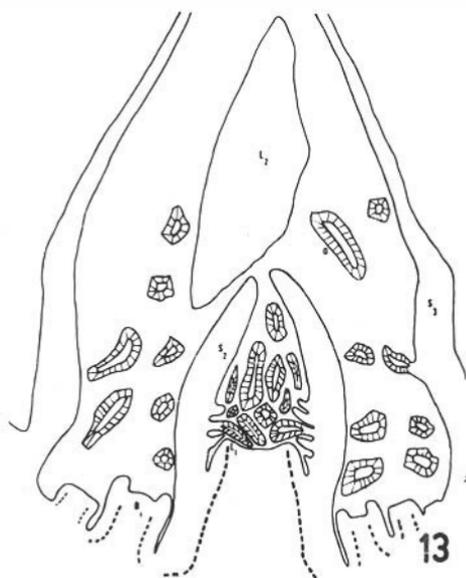
Figs. 1-8. Cortes longitudinales medios de ápices de vástagos plagiotrópicos (ramas) de *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy, que muestran diferentes estados plastocrónicos. Figuras 1, 3, 4, 6, 7 y 8. Apices teñidos con hematoxilina-safranina. Figuras 2 y 5. Apices teñidos con pironina Y. 175X. (Véase el texto para mayores detalles).



- Figs. 9-12. Dibujos en cámara lúcida de los cortes longitudinales medios de las puntas de rama de *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy, cuyos ápices se muestran en las figuras 1-4. **B**, yema axilar; **L**₁-**L**₃ primordios foliares; **S**₁-**S**₄, primordios estipulares; **G**, glándula de resina, 35X.



Figs. 13-16. Dibujos en cámara lúcida de los cortes longitudinales medios de las puntas de rama de *Coffea arabica* L. cv. *bourbon* Choussy, cuyos ápices se muestran en las figuras 5-8. B, yema axilar; L₁-L₃, primordios foliares; S₁-S₄, primordios estipulares; G, glándulas de resina. 35 ×.



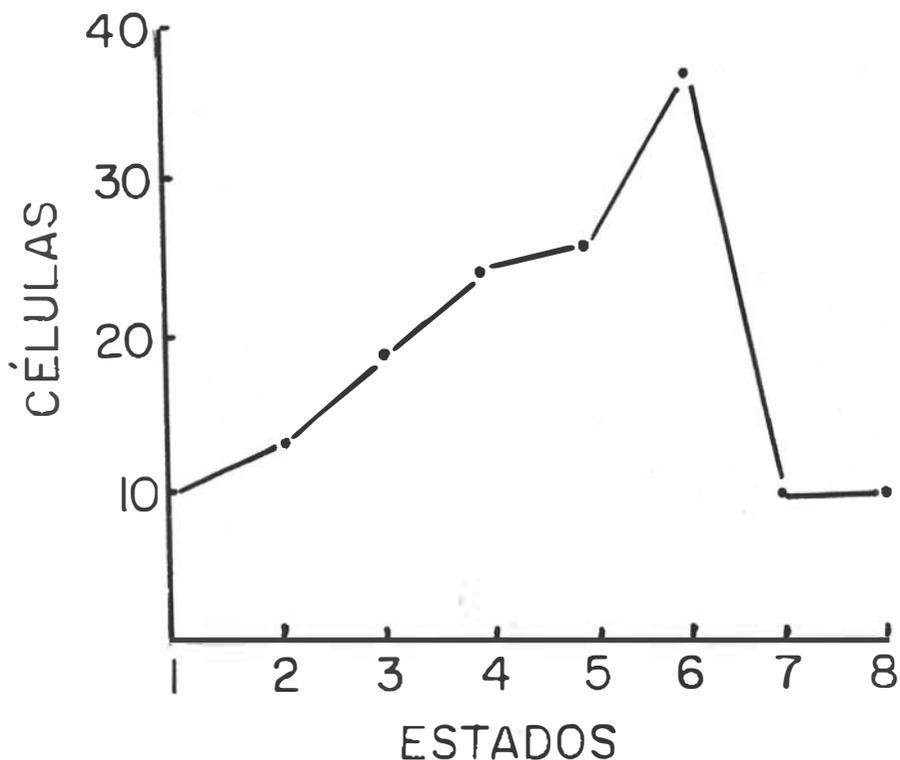


Gráfico 1. Fluctuación en anchura del ápice del vástago vegetativo en un plastocrón.